

ПРОКОФЬЕВ АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И ВНУТРИВИДОВАЯ СПЕЦИФИКА НЕКОТОРЫХ
КУЛЬТУРНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА AMARANTHUS L.**

Специальность 03.00.16 – «Экология»

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

К а з а н ь – 2 0 0 0

Диссертация выполнена в Ботаническом саду
Казанского государственного университета

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор,
И.А.Чернов

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, Л.П.Зарипова

доктор биологических наук,
профессор, В.Г.Сидоренко

Ведущая организация: Казанская государственная
сельскохозяйственная академия
(г.Казань)

Защита диссертации состоится 18 октября 2000г. в 13 часов
на заседании диссертационного Совета К 053. 29. 24 при Казанском
государственном университете по адресу: 420008, ул. Кремлёвская, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского университета

Автореферат разослан 14 сентября 2000г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
КФУ



0000947793

Учёный секретарь диссертационного
Совета К.053.29.24,
доктор химических наук, доцент

Г.А.Евтюгин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации

Уникальная экологическая пластичность представителей рода *Amaranthus* L. позволяет их возделывать в различных природно-климатических условиях. Большинство амарантов обладают способностью занимать экологические ниши в местах неправильного использования сельскохозяйственных угодий, в которых не могут произрастать многие культуры. Кроме того, эти виды развивают биомассу, значительно превышающую таковую у многих традиционных бобовых культур. Учитывая полезность и перспективность культурных видов амаранта, Н.И.Вавилов ещё в 1931 году предлагал их к незамедлительному возделыванию и селекции в разнообразных почвенно-климатических условиях нашей страны.

Несмотря на то, что в последнее время появилось достаточное количество работ по интродукции амаранта, в том числе и в отечественных публикациях, большинство исследований проведено, к сожалению, часто с неопределёнными популяциями. Это значительно снижает возможность применения амаранта на практике. Однако сложившаяся ситуация в современной систематике рода является критической, а идентификация культурных представителей вообще невозможна по причине отрывочных и противоречивых ботанических описаний. К тому же, данные по селекции многочисленных хозяйственно-важных гибридов относятся к разряду коммерческой тайны и их родословные не публикуются. В научной литературе гибридные формы приводятся под определёнными цифровыми индексами, что крайне затрудняет интерпретацию результатов.

Научная новизна полученных результатов

С момента изначального изучения в России некоторых культурных представителей амаранта К.Ф.Ледебуром (Ledebour C.F., 1844) до настоящего времени подробное рассмотрение их внутривидовой специфики не осуществлялось. В связи с этим впервые были проведены разносторонние исследования по интродукции экономически важных видов амаранта с подробным рассмотрением их внутривидовых таксономических единиц (разновидностей, экотипов, гибридных форм), возникающих при возделывании в почвенно-климатических условиях Татарстана. Получены новые данные по экологии выращивания исследуемых культурных представителей секции *Amaranthus* Dumort., проведён их критический анализ по систематическому обзору Теллунга (Thellung, 1914) и исходя из соответствующего первичного описания Линнея (Linnaeus, 1753-1763).

Теоретическое значение работы состоит в возможности прогнозирования перспективности каждого изучаемого вида амаранта для возделывания в Татарстане на основании их морфологических признаков и эколого-биологической специфики. Результаты, изложенные в диссертации, позволяют также осуществлять решение проблем систематического положения и идентификации исследуемых культурных представителей рода *Amaranthus* L. Их

определение по первоначальному описанию Линнея (Linnaeus, 1753-1763), критически переработанного Теллунгом (Thellung, 1914), позволяет проводить четкую границу между видами, их разновидностями, экотипами и гибридными формами. С помощью классификации Теллунга также можно вычленять из огромного числа разнообразных гибридных форм бастардные гибриды. Достаточно подробное собственное ботаническое описание внутривидовых таксономических единиц у изучаемых видов амаранта даёт возможность располагать достоверной информацией об их систематической принадлежности и таксономическом положении. Полученные данные могут быть использованы при составлении ботанических ключей и определителей культурной флоры.

Практическая значимость работы заключается в комплексной оценке и обнаружении эколого-морфологической специфики вегетативной и генеративной сфер. Выявленные важные систематические признаки не только цветковых частей, но и вегетативной морфоструктуры, значительно облегчают достаточно сложный процесс идентификации. Описание разновидностей, возникающих из первичного семенного материала и при дальнейшем возделывании в Татарстане, позволяют проводить отбор представителей, обладающих подходящей для данного региона экобиоморфологической спецификой.

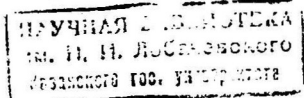
На основании выявленных эколого-биологических особенностей можно судить о производственно-экономической значимости каждого вида применительно к условиям северного региона Среднего Поволжья (Татарстана). Исследования разнотемпературного воздействия на семена дают возможность прогнозировать дальнейшее поведение и реакцию изучаемых видов в плане их перезимовывания и засорения местной флоры.

Материалы работы также могут быть использованы при разработке комплексных рекомендаций по способам выращивания амаранта в климатических условиях Татарстана.

Отбор и получение непереопыленного семенного материала позволяет достаточно быстро приступить к созданию сортов, хорошо приспособленных к местным условиям. Комплексный анализ экологической и биоморфологической специфики даёт возможность реально оценивать успешность возделывания некоторых культурных представителей амаранта в почвенно-климатических условиях Татарстана.

Связь темы диссертации с плановыми исследованиями

Диссертация А.Б.Прокофьева была непосредственно связана с тематикой научно-исследовательских работ общероссийского уровня по линии грантов «Университеты России», раздел «Биоразнообразие». Кроме этого, представленный индивидуальный проект эколого-систематических исследований видовой и внутривидовой специфики у представителей секции *Amaranthus Dumort.* был одобрен Экспертным Советом Академии естественных наук России и диссертанту было выделено индивидуальное валютное финансирование из фонда Дж.Сороса по теме «Биоразнообразие».



Публикации по теме диссертации и личное участие автора в получении основных результатов

По теме диссертации опубликовано 27 печатных работ. Публикации достаточно полно отражают содержание и основные результаты диссертации.

Автором самостоятельно осуществлён сбор и обработка растительного материала. Идентификация культурных представителей амаранта по классификации Теллунга проведена лично соискателем. Необходимые уточнения, касающиеся систематической принадлежности видов амаранта и их внутривидовых таксономических единиц, диссертантом проведены также на основе переписки с российскими и зарубежными научными организациями, хранящими исходный семенной материал.

Полевые исследования проводились автором на экспериментальных участках, заложенных самостоятельно и совместно с сотрудниками лабораторий мобилизации растительных ресурсов, семеноведения и структурной биологии Ботанического сада Казанского госуниверситета.

Ботанические описания морфоспецифики вегетативной и генеративной сфер соискателем проведены в индивидуальном порядке. Фенологические наблюдения и изучение ростовой специфики исследователем осуществлены самостоятельно путём непрерывной регистрации возрастных изменений у опытных растений. Фенологические спектры построены лично диссертантом на основе многолетних данных изучения фенологических особенностей.

Экспериментальные исследования экологической специфики прорастания семян амаранта проведены автором лично. Соискателем осуществлён сбор и высушивание метельчатых соцветий со спелыми семенами, отбор полноценных семян, наблюдение за прорастанием семян при положительных температурах. Опыты, связанные с дробным процессом промораживания семян, А.Б.Прокофьевым проведены лично в лабораторных условиях.

Изучение накопления фитомассы надземных органов проводилось в полевых условиях совместно с сотрудниками лабораторий мобилизации растительных ресурсов (1988-89 гг.) и семеноведения (1990-91 гг.) Ботанического сада Казанского госуниверситета. За период 1992-95 гг. продукция фитомассы диссертантом исследовалась индивидуально.

Реальная семенная продуктивность при различных способах изолирования и перекрёстном опылении автором определялась самостоятельно. Им заготавливались изоляторы из различных материалов, изолировались типичные в видовом и разновидностном отношении особи, собирались и высушивались метельчатые соцветия с семенами, идентифицировалась полноценность семян.

Статистическая обработка цифровых материалов и интерпретация всех фактических данных соискателем осуществлены самостоятельно и на компьютере.

Положения, выносимые на защиту

1. Рост и развитие изучаемых культурных представителей секции *Amaranthus Dumort.* имели как общие закономерности, так и индивидуальную биоэкологическую специфику.

2. При прорастании семян амаранта обнаруживалось как быстрое достижение максимума всхожести, так и ступенчатое увеличение количества проростков.
3. Данные по промораживанию семян с периодическим оттаиванием позволили прогнозировать невозможность засорения местной флоры.
4. Наибольшей реальной семенной продуктивностью обладали представители, относящиеся к *A. cruentus* и гибридной форме *var. paniculatus* x *var. chlorostachys*. Существенное ограничение продукции семян оказывало изолирование метельчатых соцветий.
5. Идентификация культурных представителей секции *Amaranthus* Dumort. усложнена большим внутривидовым разнообразием и наличием многочисленных гибридных форм, образованных естественным и искусственным путём.
6. Определение внутривидовой принадлежности рода *Amaranthus* L. возможно при чётком иерархическом соотношении таксонов, наиболее достоверно представленном в классификации Теллунга (Thellung A., 1914).

Апробация работы

Основные положения работы докладывались соискателем и обсуждались на многочисленных научных конференциях, симпозиумах и совещаниях общероссийского и регионального уровней: на *Всесоюзных совещаниях*: “Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности” (Ижевск, 1988); “Итоги научно-исследовательских и прикл. работ с культурой амарант за 1987-88 гг.” (Ленинград, 1989); “Особенности развития и прорастания семян интродуцентов” (Москва, 1994); *Итоговых научных конференциях молодых учёных и аспирантов*: “Изучение и оптимизация агроэкосистем в целях повышения их продуктивности и устойчивости” (Казань, 1989; Москва, 1991); *Всесоюзных научных конференциях*: “Кормовые растительные ресурсы – фактор научно-производственного прогресса в кормопроизводстве” (Киев – Белая Церковь, 1989); “Возделывание и использование амаранта в СССР” (Казань, 1991); *Всероссийских научных конференциях*: “Амарант: агроэкология, переработка и использование” (Казань, 1991; 1993); *Всероссийских и Международных симпозиумах*: “VIII Всерос. симпозиум по новым кормовым растениям” (Сыктывкар, 1993); Abst. of Intern. Symposium (Tashkent, 1993); “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования” (Пушино, 1995); *Международных конференциях и научных конференциях стран Ближнего зарубежья*: “I и II межд. конф. по селекции нетрадиц. культур и нетрадиц. технологиям” (Симферополь, 1994); “I Всеукраинской научно-практ. конф. по проблемам выращивания, переработки и возделывания амаранта на кормовые, пищевые и другие цели” (Винница, 1995); *Научных конференциях*: “Биологическое разнообразие. Интродукция растений” (Санкт-Петербург, 1995); “Люпин и амарант – источник новых пищевых и диетических продуктов” (Санкт-Петербург, 1996); “Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан” (Казань, 1997).

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 189 страницах, содержит 3 таблицы, 34 рисунка и состоит из введения; обзора литературы; описания методов исследования; экспериментальных данных и их обсуждения; выводов; списка литературы (165 наименований, в том числе 70 иностранных авторов); приложения (29 наименований на 51 странице).

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы

1. Возделывание культурных растений и некоторых видов амаранта в доколумбовой Америке (о б з о р л и т е р а т у р ы)

Богатая флора Центральной Америки и Мексики послужила возникновению совершенно самостоятельной земледельческой культуры майя. До сих пор здесь сохранились культурные эндемы. Среди них хуаутли - *Amaranthus paniculatus* L., мексиканское эндемичное растение, являющееся одной из основных хлебных культур (Вавилов, 1987). Ещё более пригодными являлись районы высокогорной перуано-боливийской степи - пуны. Именно здесь получила начало особая андийская земледельческая культура. Из многих растений, введенных в культуру, на особом положении находилась культура кивича - *Amaranthus caudatus* L. (Вавилов, 1931).

2. Эколого-систематическое изучение рода *Amaranthus* L. при возделывании на Американском и Европейском континентах

Род *Amaranthus* L. является очень сложным в систематическом отношении. Даже рассматривая его представителей только на видовом таксономическом уровне, исследователь сталкивается со сложным варьированием морфологических признаков (Ашерсон, Гребнер (Ascherson, Graebner), 1914; Унзикер (Hunziker), 1966).

Многочисленные попытки ботаников упорядочить разнообразие внутри рода привели к систематической путанице (Ascherson, Graebner, 1914) (!).

Из многочисленных систематических интерпретаций рода *Amaranthus* L. наиболее достоверной и универсальной, по нашему мнению, является система Теллунга (Thellung, 1914)¹. Для всех 28 видов амаранта, возделываемых или самостоятельно произрастающих на Европейском континенте, этим исследователем была создана иерархическая таксономическая структура. Все видовые таксоны им поделены на более мелкие внутривидовые единицы. Наиболее усложнённой является таксономическая градация для изучаемых нами культурных представителей, относящихся к *A. cruentus* L., *A. hypochondriacus* L. и *A. Mantegazzianus* Passer. Теллунгом они объединены в совокупный (общий) вид *hybridus*. Подробное изложение таксономической структуры этого вида представлено на рис.1. Из фактического линнеевского материала этим исследователем, с некоторыми

¹Подробное изложение этой системы с некоторой её корректировкой приведено в работе: Ascherson P., Graebner P. Synopsis der mitteleuropäischen flora. - Leipzig, Berlin, 1914. - Band V. - Lief. 86. - S.225-265.

поправками, внесёнными Ашерсоном и Гребнером (Ascherson, Graebner, 1914), из рода *Amaranthus* L. выделено 28 видов, 14 подвидов, 17 рас, 5 подрас, 149 разновидностей (включая сюда 4 сорта), 8 бастардных гибридов, среди которых вышеуказанными исследователями выявлены 3 формы.

Систематическое изучение рода *Amaranthus* L. в более позднее, от Теллунга (Thellung, 1914), и современное время отличается созданием отрывочных систематических интерпретаций рода, построенных на основе системы Линнея (1753-1763), Willdenow (1790), Moquin (1849).

С.П.Черепанов (1995) приводит номенклатурный список видов амаранта в основном, произрастающих на территории бывшего СССР. В этот список включены изучаемые нами культурные представители рода - *A.caudatus* L., *A.cruentus* L., *A.hypochondriacus* L. Автор возводит также *A.hybridus* в ранг самостоятельного вида.

Л.С.Мосякин (1996), проанализировав виды амаранта, произрастающие в Восточной Европе, считает, что точное их определение наталкивается на значительные трудности в силу номенклатурной и таксономической путаницы.

Многочисленные систематические исследования непосредственно на Южноамериканском континенте показывают также значительные трудности при систематизировании культурных представителей амаранта (Guamaraes et al., 1949; Hunziker, 1966; Munz, 1974; Marx, 1977; Ney et al., 1979; Covas, 1991;).

Ряд зарубежных исследователей придерживаются однозначной позиции, что достоверное определение видов амаранта возможно лишь на основе анализа только цветковой структуры (Suesenguth, 1937, 1950; Sauer, 1950; Sebastian et al., 1973; Covas, 1991). Однако и в этих работах всё же вынужденно упоминаются достаточно отличимые признаки вегетативной сферы.

Большую сложность представляет систематизация многочисленных спонтанных гибридов. Их определение бывает практически невозможным (Walton, 1968; Covas, 1991). Часть зарубежных исследователей отказались вообще от подробной идентификации видов амаранта. Они работают над выведением и поддержанием своих частных коллекций гибридных форм. В публикациях авторы указывают лишь цифровые индексы своих гибридов, что при интерпретации результатов может свидетельствовать только об определённых их достоинствах. Однако сравнительная характеристика подобных работ становится невозможной из-за отсутствия информации об их систематической принадлежности (Covas, 1991; Lopez-Sanchez et al., 1991). К тому же, успешное многолетнее использование гибридных форм также нецелесообразно.

Многие исследователи считают, что последним словом при идентификации амаранта является изучение его хромосомного аппарата. Однако при подробном исследовании цитогенетики рода *Amaranthus* L. выяснилось, что хромосомный набор большинства культурных видов амаранта является идентичным. У *A.caudatus*, *A.hypochondriacus* и *A.Mantegazzianus* насчитывается 32 хромосомы. Только у *A.cruentus* было обнаружено 34 хромосомы. Подобное разграничение на виды воз-

Amaranthus hybridus

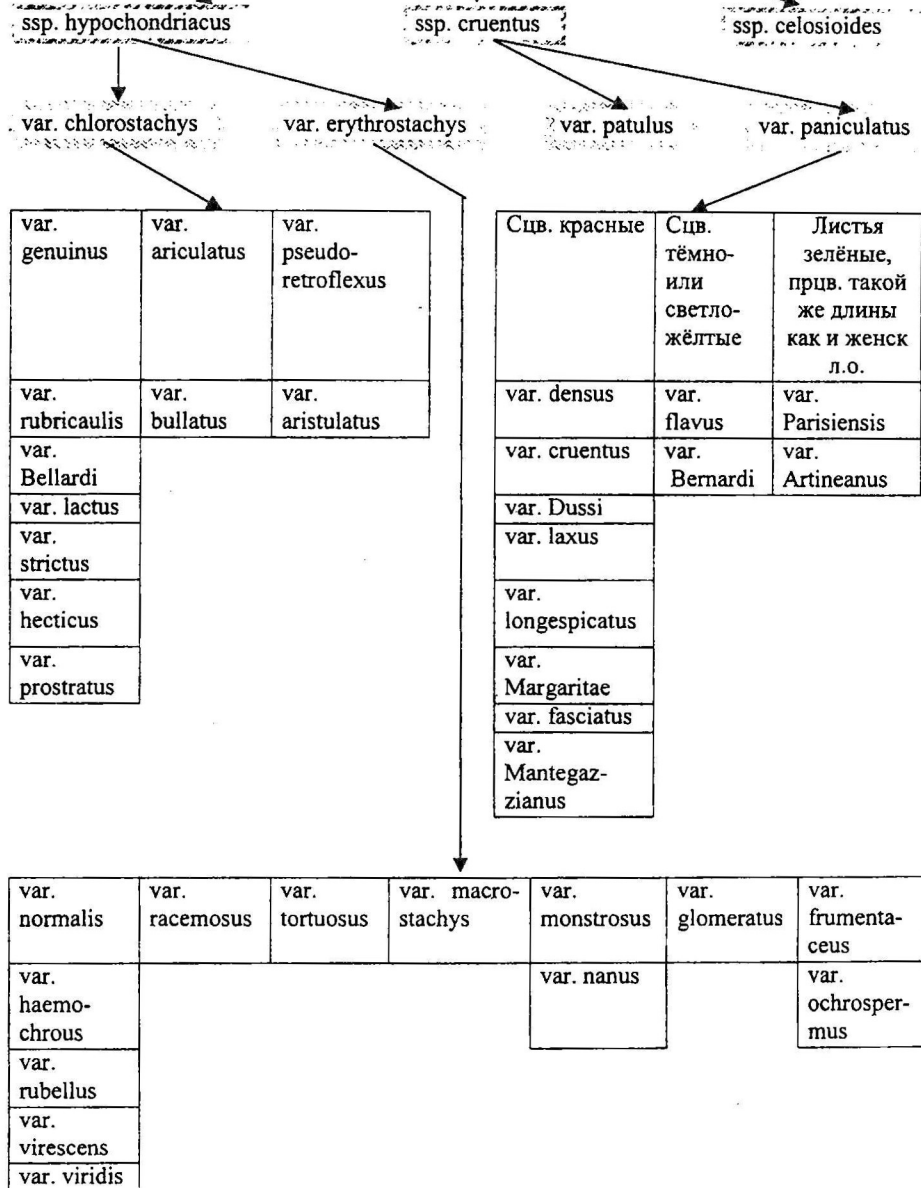


Рис.1. Внутривидовая градация совокупного (общего) вида *Amaranthus hybridus* Thell

можно только при углублённом исследовании кариотипического состава. В данном случае для каждого вышеуказанного вида выявлена своя специфическая формула кариотипа (Greizerstein, 1992). При этом объединение *A. caudatus* и *A. Mantegazzianus* становится совершенно нелогичным.

В последнее время исследования амаранта с использованием данных кариотипа на Американском континенте ведутся по упрощённой схеме (Brenner, 1990). Все его культурные представители разделены на 12 расовых групп. Каждая такая группа выделена далеко не по принципу видовой принадлежности, а скорее всего на основе экологической специфики и географической обособленности. Это является несколько созвучным системе Теллунга (Thellung, 1914), но только в смысле территориальной разнородности представителей амаранта. Выделение некоторых расовых групп имеет действительно логический смысл. Достаточно убедительным является, например, выделение африканской зерновой расы (African Grain Race). Однако разделение на самостоятельные расы близкородственных сортов *Azteca* и *Mercado* – *Aztec Grain Race* и *Mercado Grain Race* – считаем не вполне логичным и обоснованным.

Достаточно много разногласий существует в отношении видовой принадлежности *A. Mantegazzianus*. По данным Унзикера (Hunziker, 1951) впервые этот вид описан Пассерини в «Index seminum» Ботанического сада г.Пармы в 1865 году. Морфологическое описание полностью соответствовало растениям местного сорта «Chaclicion». Впоследствии, в 1917 году, этот же представитель был описан Спегаззини (Spegazzini) под видовым эпитетом *A. edulis*. Поэтому *A. edulis* Spegazz. следует считать синонимом *A. Mantegazzianus* Passer., т.к. Пассерини (Passerini) обнародовал видовое название раньше Спегаззини (Spegazzini).

В ныне существующем списке US Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service приводятся наиболее известные представители рода *Amaranthus* (Internet (Report for genus *Amaranthus*), 1999). В этом списке также представлены в качестве самостоятельных видовых названий *A. caudatus* L., *A. cruentus* L., *A. hypochondriacus* L. и *A. hybridus* L. Хотя при анализе линнеевских видов Теллунг (Thellung, 1914) пришел к очевидному выводу, что под видовое название *A. hybridus* у Линнея (Linnaeus, 1753-1763) попадают одновременно *A. cruentus* и *A. hypochondriacus*, поэтому они им были объединены в общий вид *hybridus*. В списке экономически важных видов рода *Amaranthus* L. для США приведены 14 культурных представителей. Данный список представляет собой также лишь сборные номенклатурные названия.

3. Экобиоморфологическое исследование рода *Amaranthus* L.

Изучая морфоспецифику культурных представителей рода *Amaranthus* L. следует отметить, что большинство из них обладает достаточно широким варьированием морфопризнаков (Desai, 1991). Большое внутривидовое разнообразие отмечается у *A. cruentus* и *A. hypochondriacus*. В меньшей степени это выражено у *A. caudatus* и практически не наблюдается у *A. Mantegazzianus*. М.М. Гиренко с сотр.

(1988; 1991) сообщает о большом разнообразии морфопризнаков амаранта. Кроме этого, в данной работе указывается также на наиболее выраженную эколого-морфологическую обособленность среди некоторых представителей. Исследования экобиоморфологической специфики изучаемых культурных представителей рода указывают на их достаточно высокие адаптивные возможности и уникальную экологическую пластичность. У рода *Amaranthus* L. отмечается достаточно короткий период покоя семян (около 2 месяцев). В силу этого они ускоренно прорастают и успешно занимают свободные открытые участки местности (Саундерс, Беккер (Saunders, Becker), 1984). К тому же, всхожесть семян культурных видов амаранта сохраняется в течение 10 лет (Пасько, Волькович, 1993; Прокофьев, 1999). Данные о их прорастании у различных исследователей достаточно противоречивы. Одни из исследователей считают, что оптимальным температурным режимом является интервал 30-35°C (Саундерс, Беккер (Saunders, Becker), 1984), другие указывают на более низкий температурный уровень прорастания – 18-24°C (Poloni et al., 1992).

В связи с этим, при интродукции амаранта нередко высказывания о потенциальной возможности засорения его «новыми» видами инорайонных земельных угодий. Это связано прежде всего с колоссальной способностью щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) быстро занимать земельные участки (Мальцев, 1962; Прокофьев, Бариева, 1999). Она также входит в секцию *Amaranthus Dumort.* и является близкородственным рассматриваемым в данной работе культурным представителям. В связи с этим, веским аргументом, предостерегающим об опасности приспособления интродуцируемых культурных представителей амаранта к другим условиям существования, является утверждение о том, что *A. retroflexus* был произвольно занесён в Европу после открытия Америки. Однако существуют противоположные данные, основанные на археологических раскопках, что этот вид произрастал на европейской территории до открытия Америки (Федорова, 1997).

Анализируя жизненный цикл амаранта, можно констатировать, что все его виды являются однолетними травянистыми растениями. Вегетационный период в местах естественного произрастания у них длится около 4-5 месяцев. Экология сорных видов (*A. Blitum*, *A. blitoides*, *A. retroflexus* и др.) значительно отличается от культурных. Они являются более скороспелыми и спелые семена у них обнаруживаются через 2-3 месяца после появления массовых всходов. У большинства культурных представителей, произрастающих в почвенно-климатических условиях северного региона Среднего Поволжья (Татарстана), обнаруживается 4 фенофазы (Прокофьев и др., 1991).

Рост культурных амарантов секции *Amaranthus Dumort.* характеризуется периодами интенсивного и замедленного изменения его показателей. Примечательно, что закономерности в его динамике являются идентичными почти среди всех изучаемых видов данной секции, имея разное происхождение. Исключение составляют более позднеспелые представители, относящиеся к *A. hypochondriacus* и

A. Mantegazzianus. Период интенсивного роста у них начинается не с фазы бутонизации, как у большинства рассмотренных видов, а со зрелого вегетативного возрастного состояния (Прокофьев, 1989; 1993).

Изучение накопления фитомассы у культурных растений в ходе онтогенеза является одним из важных производственно-экономических показателей. Наибольший интерес представляют данные её распределения по основным органам. Более детальное межвидовое сравнение в этом плане позволяет выявлять перспективный селекционный материал с целью повышения продуктивности. По Саундерсу и Беккеру (Saunders, Becker, 1984) наиболее урожайными являются представители, относящиеся к *A. hypochondriacus*. По результатам исследований Лазаньи с сотр. (1988) наибольший урожай зелёной массы имеют культурные амаранты, относящиеся также к *A. hypochondriacus* (60,9 т/га); в меньшей степени *A. cruentus* (44,9 т/га) и *A. caudatus* (45,6 т/га). И.В.Ларин (1957) и П.Ф.Медведев (1957; 1981) указывают, что общая фитомасса у *A. cruentus* и *A. caudatus* к концу вегетационного периода является примерно одинаковой.

Многие исследователи сообщают о существенной выносливости культурных представителей амаранта. Они способны произрастать даже в крайне экстремальных условиях (Lopez-Sanches, 1991; Lopez de Juambelz, 1991). Кроме того, в данных условиях эти виды могут образовывать достаточную фитомассу и урожай семян (Pieretti et al., 1991).

4. Материалы и методы исследования

В качестве исходного материала были использованы семена хозяйственно-важных видов амаранта и их внутривидовых таксономических единиц *A. caudatus* L., *A. cruentus* L., *A. hypochondriacus* L. и *A. Mantegazzianus* Passer.

Экспериментальную работу проводили в лабораториях мобилизации растительных ресурсов, семеноведения, структурной биологии, на стационаре Ботанического сада Казанского госуниверситета и в колхозах Республики Татарстан. Работу с гербарным материалом осуществляли в БИНе и ВИРе (Санкт-Петербург).

Морфологические особенности видов амаранта изучали на живом и высушенном материале. За основу были взяты работы Т.Н.Бельской (1949), И.Т.Работнова (1950), М.Г.Серебрякова (1952), Т.В.Борисовой (1960). При описании эколого-морфологической специфики растений была использована терминология, предложенная в работах Теллунга (Thellung, цит. по: Ascherson, Graebner, 1914), П.Ф.Маевского (1954), А.А.Федорова с сотр. (1956; 1962; 1975; 1979), Р.Е.Левиной (1981). Особенности морфологии рассматривали также исходя из рекомендаций, изложенных в «Полевой книге» (Prueba regional de cultivares de amaranto (FAO / RLAC), 1992).

Эколого-систематический анализ проводили в основном по градации Теллунга (Thellung, 1914) на основе Линнея (Linnaeus, 1753-1763). Для уточнения понятий использовали также труды Пристера (Prisztor, 1956), Унзикера (Hunziker, 1965; 1966),

И.Г.Ковачева (1966), Ю.Д.Гусева (1972), Фейна (Feine, 1980), Саундерса и Беккера (Saunders, Becker, 1984), С.К.Черепанова (1995), Л.С.Мосякина (1996). Кроме того, современную трактовку таксономической градации амаранта на Американском континенте рассматривали на основе последних данных Интернета (Internet (Report for genus *Amaranthus*), 1999).

При изучении эколого-биологических особенностей использовали работы И.В.Борисовой (1989), И.А.Чернова (1992). Основные жизненные этапы в виде фенологических фаз наблюдали по методике И.Н.Бейдеман (1974). На протяжении всего вегетационного периода нами различались четыре фазы: вегетативная, бутонизация, цветение и плодоношение (Прокофьев и др., 1991). Дублирующее изучение позднеспелых представителей амаранта проводили на Майкопской станции ВИРа. Биологическая продуктивность изучалась по методике Б.А.Доспехова (1979). Продуктивность фитомассы и реальную семенную продуктивность вычисляли из расчёта грамм/растение (г/раст.). Прорастание семян исследовали по методике М.К.Фирсовой (1965). Для изучения специфики их поведения в экстремальных условиях отбирали также семена с 2-х месячным периодом хранения и предварительно подвергали дробному промораживанию при температуре -18°C (Прокофьев и др., 1995).

Статистическую обработку всех данных проводили по Ю.А.Злобину (1989) и Г.Н.Зайцеву (1990). Полученные результаты также статистически обрабатывали на ПК «Microsoft Excel 97».

5. Специфика внутривидового расщепления некоторых культурных представителей секции *Amaranthus Dumort.*, возникающая под воздействием комплекса экологических факторов Татарстана

В этой главе приводится конспект (5.1) и морфологический анализ расщепляемости (5.2) изучаемых культурных представителей амаранта (*A. caudatus* L., *A. cruentus* L., *A. hypochondriacus* L., *A. Mantegazzianus* Passer.) на внутривидовые таксономические единицы при их возделывании в почвенно-климатических условиях Татарстана.

5.1. *Amaranthus* L.

Spec. pl. ed. 1: 990 (1753); Gen. pl. (ed. 1. 286) ed. 5 : 427 (1754); Thellung in Ascherson et Graebner, ed. V : 225 (1914); Мосякин Фл. Вост. Европы, 9 : 11-18 (1996);

Тип: *Amaranthus* L. (лектотип рода).¹

Однолетние, однодомные, ветроопыляемые растения. Стебли прямостоячие, лежачие, стелющиеся. По форме округлые и бороздчатые. Опушение от густого до полного отсутствия. Листья по форме яйцевидные, ромбические, яйцевидно-

¹Типичными считаем экземпляры по Ascherson, Graebner (1914). Необходимые поправки сделаны в соответствии с положениями Международного Кодекса Ботанической номенклатуры (1975) и по Л.С.Мосякину (1996).

ромбические, овальные. Соцветия верхушечные и пазушные (возможно одновременное присутствие таковых). Тип соцветия ложный колос (метелка). Мужские и женские цветки 5-4-3-х членные. Плод одногнездный, коробочка. Семя освобождается от плода либо при помощи строго очерченной поперечной щели, тогда его верхушка трехострая или плод растрескивается произвольно. Семена яйцевидные с центральным периспермом и кольцевидным зародышем. Окраска растений и их органов от зеленой до амарантокрасной, различного сочетания. Цвет семян черный, коричневый, желтый, белый, розовый, а также различного сочетания и насыщенности. Наибольшая и разнообразная цветовая гамма представлена у секции *Amaranthotypus* Dumort. = *Amaranthus* Dumort.

sect. Amaranthus

- A. Pentandri: Spec. pl. ed. 1: 990 (1753); - *Amaranthus* sect. *Amaranthotypus* Dumortier Fl. Belg., 19: 421 (1827); Thellung in Ascherson et Graebner, ed. V: 230 (1914).

Тип: *Amaranthus* L. (лектотип рода).

Листья длинночерешковые, от яйцевидной до ромбической формы. Стебли бороздчатые, прямостоячие. Соцветия в основном верхушечные. Мужские и женские цветки, как правило, пятичленные. Семена освобождаются от плодов при помощи поперечной круговой щели, верхушка которых всегда трехострая.

A. hybridus L.

- A. hybridus L. Sp. pl. ed. 1: 990 (1753); - A. hybridus Thellung in Ascherson et Graebner, ed. V: 234 (1914).

Тип: восток США («Virginia»).

По мнению Теллунга (Thellung, 1914) этот вид распространен в обоих полушариях Земного шара и является почти космополитом. Формальное его дробление на многочисленные мелкие внутривидовые таксономические единицы привело Willdenow (1790)¹ к невозможности их интерпретации. Он сам был вынужден признать, что может определять их «autopsiae assuefactus» - лишь с помощью своего натренированного глаза.

5.2. Морфологический анализ расщепляемости рассматриваемых культурных представителей амаранта показал преобладание типичных особей. Разновидности *gibbosus* и *tenuispicatus*, относящиеся к *A. caudatus*, произрастали самостоятельно и репродуцировались по отдельности. У представителей *A. cruentus* наблюдалось расщепление на разновидности *cruentus* и *laxus*, но получение собственного семенного материала каждой разновидности было невозможно. Их идентификация осуществлялась на основе морфопризнаков верхушечных соцветий по классификации Moquin (1849). У разновидности *cruentus* нами отмечена веретенновидная форма

¹ Ascherson P., Graebner P. Synopsis der mitteleuropäischen flora. - Leipzig, Berlin, 1914. - Band V. - Lief. 86. - S.235.

соцветий с поникающим конечным ложным колосом. Порядок ветвления боковых колосьев доходил до 5. У разновидности *laxus* соцветия были метельчатыми, рыхлыми с удлинёнными боковыми ложными колосьями и порядком ветвления до 2-3. Для неё отличительной морфоспецификой являлось также соотношение длин боковых ветвей и конечного ложного колоса верхушечного соцветия. Конечный ложный колос этой разновидности всегда был ненамного длиннее боковых ветвей.

Окраска соцветий этих разновидностей колебалась от амарантокрасной до интенсивно амарантокрасной¹.

При сравнении процентного соотношения разновидностей *cruentus* и *laxus*, выращиваемых при перекрестном опылении (контроль) и обособленной изоляции, обнаружилось, что во всех вариантах явно преобладает разновидность *cruentus*. Кроме того, нами определена гибридная форма *A. cruentus* x *retroflexus* (L.) Thell., которая характеризовалась морфологическими особенностями, соответствующими описанию Теллунга (Thellung, 1914).

Гибридная форма *var. paniculatus* x *var. chlorostachys* была представлена исходным семенным материалом, при выращивании которого его представители имели удлинённые боковые ветви ложных колосьев верхушечного соцветия. Эколого-морфологическое изучение данной гибридной формы при выращивании обособленной семьей, получение семян собственных репродукций и ежегодное их выращивание (контроль), позволило обнаруживать динамичное снижение процентной доли этих особей. За период 1988-95 гг. их вклад изменился с 96% до 59%, замещаясь растениями с разной длиной боковых ветвей ложных колосьев. При получении семян изолированных растений с удлинёнными боковыми ветвями соцветий просматривалось их процентное преобладание.

Процент характерных особей *A. hypochondriacus* *var. chlorostachys* за весь период исследований был достаточно высоким - не ниже 93%. Данный расчет проводился по признакам вегетативной сферы и отчасти по степени сформированности генеративной. Окончательным подтверждением видовой принадлежности являлась идентификация полностью сформированных цветков при дублирующем выращивании в вегетационно-полевом опыте и на Майкопской станции ВИРа (1995 год). В вегетационно-полевых условиях наблюдалось значительное угнетение развития вегетативной сферы.

¹ При определении цветовой гаммы соцветий и срединных пятен на листьях мы столкнулись со значительными трудностями. У наиболее популярной среди биологов шкалы А.С.Бондарцева (1954) такой цвет отсутствует вообще. В шкалах цветов ведущих фотографических фирм "Kodak", "Konica" и др. эта цветовая гамма обозначается как фиолетовая, с чем мы согласиться не можем. Поэтому считаем целесообразным называть цвета вышеуказанных частей растений по Ascherson, Graebner (1914) — бледно-амарантокрасной, кровавой, густокровавой (интенсивно амарантокрасной).

Представители мексиканских сортов «Azteca», «Mercado» и «Nepal» под видовым названием *hypochondriacus* характеризовались между собой как сходными, так и различными эколого-морфологическими особенностями. Экземпляры сорта «Mercado» являлись полностью зеленоокрашенными. Особи сорта «Azteca» интересны отличительными морфологическими признаками соцветий, которые имели мозаичное окрашивание: почти у всех экземпляров концы боковых амарантокрасных метельчатых соцветий были зеленоокрашенными. Это свидетельствует о том, что представители данного сорта содержали морфопризнаки двух разновидностей *erythrostachys* и *chlorostachys*. Растения сорта «Nepal» отчетливо разделялись на зелено- и красноокрашенные особи, что указывает также на одновременное присутствие двух разновидностей *erythrostachys* и *chlorostachys*, но генотипически разграниченных. При эколого-морфологическом изучении *A. Mantegazzianus* за 1988-95 гг. четко прослеживалось разделение на две группы: высокорослые и среднерослые. За данный период изучения у этого вида нами не выявлено каких-либо гибридов.

В целом морфологические признаки всех вышерассмотренных культурных представителей рода *Amaranthus* L. вполне соответствовали первичному видовому описанию Линнея (1753-63 гг.). Морфопризнаки рассматриваемых в данной работе внутривидовых таксономических единиц также являлись идентичными признакам, упоминаемым в системе Теллунга (Thellung, 1914).

6. Биоэкологическая специфика исследуемых представителей секции *Amaranthus* Dumort.

Фенологические наблюдения над изучаемыми культурными представителями рода *Amaranthus* L. позволили выявить экологическую специфику, проявляющуюся в различных сроках и длительности основных фенотаз. На протяжении исследований 1988-95 гг. нами отмечено, что для большинства рассматриваемых видов наиболее короткими являлись бутонизация и плодоношение. Однако фаза плодоношения вынужденно сокращалась из-за наступления сильных ночных заморозков и гибели опытных растений. Наиболее длительными являлись вегетативная фаза и цветение.

При сравнительном анализе длительности фенологических фаз был сделан вывод, что данные виды и их внутривидовые таксономические единицы можно разделить на скороспелые (рис.2) и позднеспелые (рис.3). При интерпретации полученных результатов можно говорить о суммарном количестве дней, при которых возможно их выращивание с целью получения семян. Для некоторых представителей необходимо большее количество дней вегетационного периода, что является невозможным по причине ограничения их жизнедеятельности осенними заморозками.

Исследования экологической специфики прорастания семян амаранта показали, что повышение температурного воздействия сказывалось положительно и проявлялось в увеличении процента всхожести. На протяжении всего времени наблюдений прорастание семян не имело значительных отличий между

разновидностями и особенно группами, различающимися одним морфологическим признаком. Однако у *A. caudatus* была обнаружена достаточно существенная разница в итоговой лабораторной всхожести между разновидностями *gibbosus* и *tenuispicatus*. Наиболее выраженные эколого-биологические особенности при изучении жизнеспособности семян всё же проявлялись на межвидовом уровне. В динамике их прорастания отмечалось дробное увеличение проростков за экспериментальный период (у разновидностей *gibbosus* и *tenuispicatus*). Массовое прорастание семян этих разновидностей отмечалось на 10-й день с начала эксперимента при минимальном температурном режиме 18-24°C. В это время процент лабораторной всхожести достигал 35%. Тогда как на седьмой день опыта их наибольшая всхожесть была всего 8%. Кроме этого, наблюдалось также быстрое достижение максимума всхожести (у представителей *A. cruentus*). Максимальная всхожесть семян нами обнаруживалась у гибридной формы *var. paniculatus* x *var. chlorostachys* (до 99%). Тогда как достаточно низкий процент отмечался у *A. hypochondriacus var. chlorostachys* (до 72%) и *A. hypochondriacus* «Nepal» (до 70%).

Сравнительный анализ всхожести семян представителей амаранта при разной длительности хранения позволяет утверждать, что за достаточно существенный срок хранения их всхожесть изменялась мало (рис.4). Процент лабораторной всхожести представителей *A. cruentus* с увеличением длительности хранения семян падал незначительно до 8-ми лет. У двух разновидностей *A. caudatus* обнаруживалась значительная разница в количественном отношении всхожих семян. У этих разновидностей (*gibbosus* и *tenuispicatus*) процент лабораторной всхожести за девятилетний период исследований снижался от 43% до 53% по сравнению с первоначальным количеством жизнеспособных семян. Достаточно низкая всхожесть после девяти лет наблюдалась у *A. hypochondriacus var. chlorostachys*, где она составляла 17%. А после 10 лет этот показатель составлял всего 2%. В сравнении с тремя сортами «Azteca», «Mercado» и «Nepal», у которых наблюдение проводилось только за шестилетний период, можно также утверждать о меньшем количестве всхожих семян с увеличением срока хранения. Значительное снижение процента лабораторной всхожести нами обнаруживалось и у представителей *A. Mantegazzianus*. Наиболее отчётливо это проявлялось с 9-ти летнего срока. После 10-ти лет всхожесть была критически малой (от 2% до 9%).

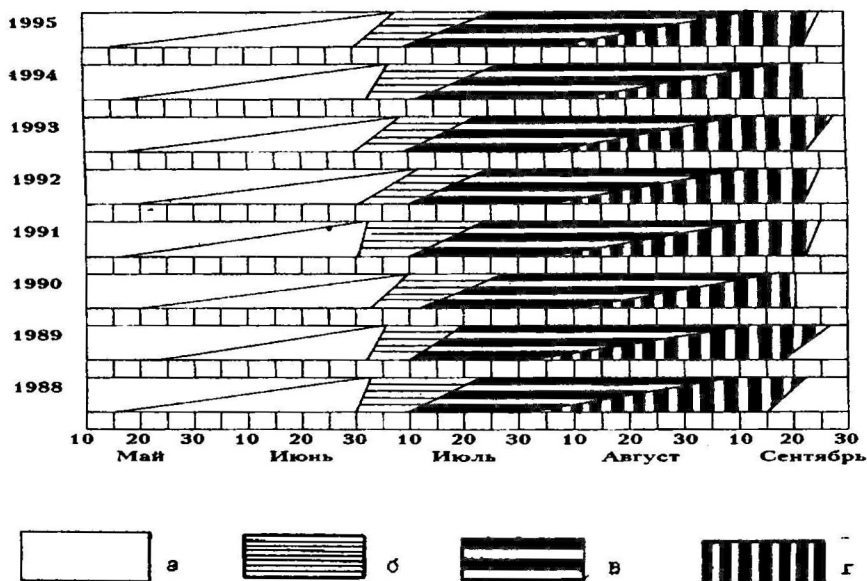
При воздействии на семена амаранта отрицательными температурами выяснилось, что при однократном их промораживании всхожесть была достаточно высокой. А при увеличении дробного процесса промораживания-оттаивания семена большинства исследуемых представителей погибали на этапе набухания - появления корешков. Выживающие семена имели крайне малое количество проростков.

Анализ накопления и распределения массы надземных органов в онтогенезе показал явное преобладание веса стеблей (рис.5). У *A. Mantegazzianus* и *A. hypochondriacus var. chlorostachys* это выявлялось уже в вегетативную фазу. Наибольший вес листьев нами обнаруживался в фазу цветения, а в плодоношение

несколько уменьшался. Доля метельчатых соцветий была наибольшей у представителей *A. cruentus*. Наименьший вес спелых метёлок был у позднеспелых видов, имеющих наибольшую массу стеблей и листьев.

При сравнительном анализе динамики роста был сделан вывод, что все представители имели чередование периодов интенсивного и замедленного роста. На основе морфологических описаний и полученных собственных данных к высокорослым отнесены особи, у которых показатель их высоты был равен или превышал 194 см. Другая часть растений, принадлежащих к *A. caudatus* var. *gibbosus*, *A. cruentus* var. *laxus*, *A. hypochondriacus* var. *chlorostachys* (вер.-полев.), var. *paniculatus* x var. *chlorostachys*, *A. Mantegazzianus* (среднерослая группа) являлись среднерослыми и их высота колебалась от 168 см до 194 см (рис.6).

Изучение экоспецифики цветения изучаемых видов амаранта в климатических условиях, значительно отличающихся от естественных мест произрастания, показало, что при помещении соцветий в изолятор из плотного материала рост верхушки метёлки со временем оказывался ограниченным. По причине этого количество образуемых семян резко сокращалось. При получении семян путём самоопыления в изоляторах из двухслойной марли (рис.7: 1) просматривался их больший вес. Вес нормально сформированных семян, полученных при перекрёстном опылении (рис.7: 2), был гораздо превышающим.



Фенофазы: а) вегетативная, б) бутонизация, в) цветение, г) плодоношение

Рис. 2. Феноспектр *A. cruentus* var. *cruentus*.

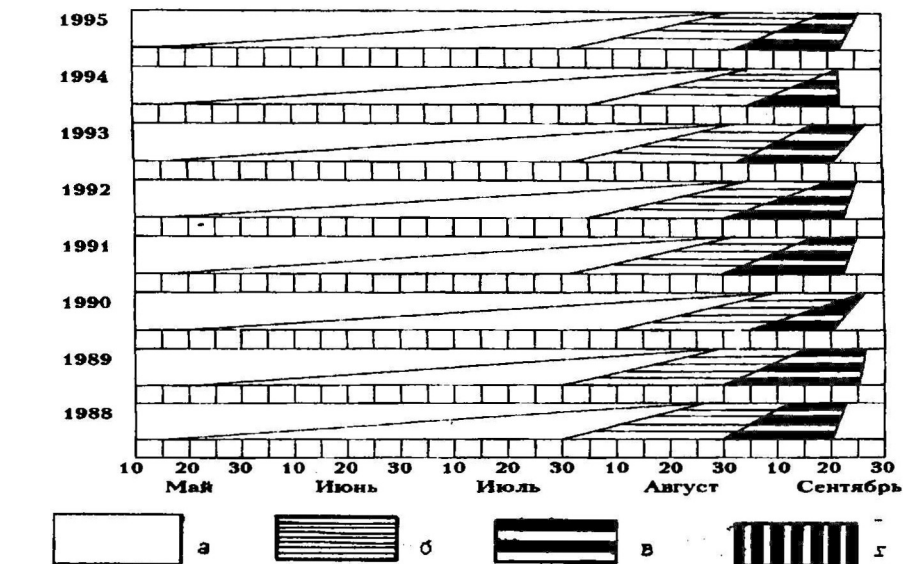


Рис.3. Феноспектр *A. hypochondriacus* var. *chlorostachys*.

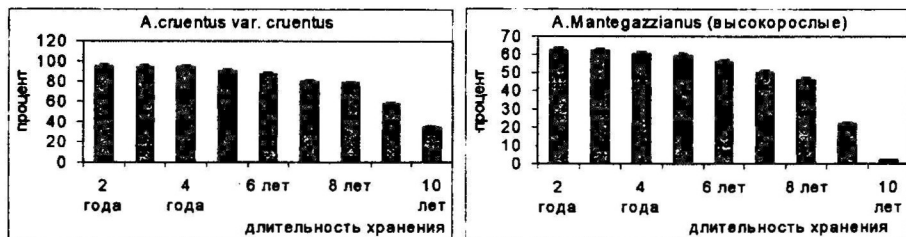


Рис.4. Лабораторная всхожесть семян некоторых представителей амаранта после разной длительности хранения.

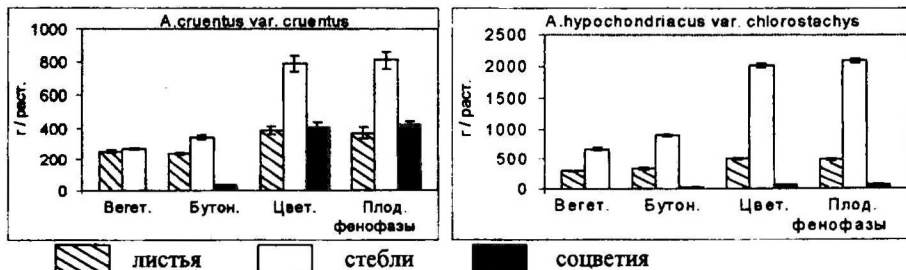


Рис.5. Распределение фитомассы у некоторых представителей амаранта по основным органам надземной сферы в онтогенезе.

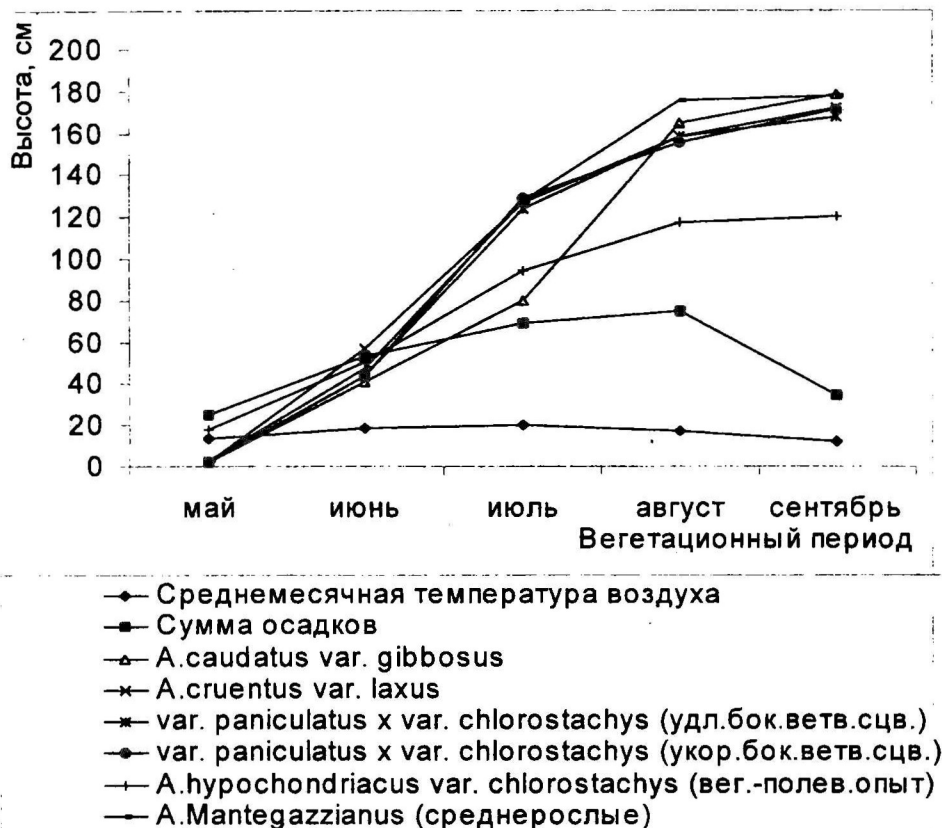
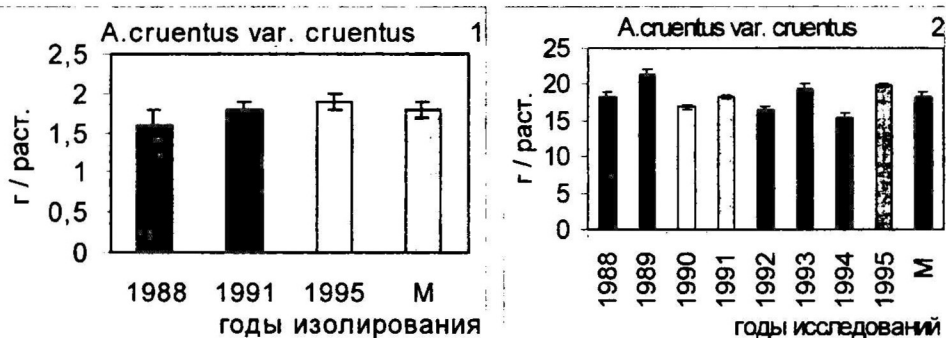


Рис.6. Динамика роста среднерослых представителей амаранта.

Рис.7. Вес полноценных семян *A. cruentus* var. *cruentus* при изолировании (1) и перекрёстном опылении (2).

В Ы В О Д Ы

1. Эколого-систематический анализ видового и внутривидового состава амаранта, возникающего под воздействием комплекса экологических факторов Татарстана, подтверждает идентичность их морфопризнаков, указанных в системе Теллунга (Thellung, 1914). Возникновение нетипичных особей составляло достаточно малую долю.
2. Исследование экологической специфики прорастания семян амаранта позволило выявить их высокую всхожесть. Критическое снижение всхожести проявлялось после 9 лет хранения. Увеличение дробного процесса промораживания – оттаивания семян губительно сказывалось на прорастании, что указывает на гораздо меньшую экологическую пластичность семян исследуемых культурных представителей по сравнению с сорными видами и является подтверждающим невозможности их перезимовывания и засорения местной флоры.
3. Экологическая специфика, выявленная при фенологических наблюдениях, возделываемых культурных представителей амаранта в почвенно-климатических условиях Татарстана, по набору основных экофакторов значительно отличающихся от естественного местопрорастания, позволила их разграничить на скороспелые и позднеспелые.
4. Рост растений в течение вегетационного периода имел сложную динамику. Наиболее интенсивное изменение его показателей отмечалось в период бутонизация – начало цветения. Однако изменение экологических условий прорастания (температуры, длины дня, режима инсоляции и др.) у позднеспелых представителей вызывало ускоренный рост в вегетативную фазу.
5. В соотношении фитомассы основных органов в ходе вегетации происходило перераспределение с увеличением доли стеблей, что является одним из наиболее ценных адаптивных механизмов экологической устойчивости амаранта.
6. Анализ реальной семенной продуктивности при разных способах опыления показал крайне низкий её показатель при самоопылении (изолировании). Наибольших результатов она достигала при перекрёстном опылении. Искусственное продление длины вегетационного периода вызывало увеличение продукции семян у самого позднеспелого представителя – *A.hypochondriacus* var.*chlorostachys*, что является одним из многочисленных элементов экологической пластичности амаранта.
7. Выносливость и экологическая пластичность амаранта обеспечивается своеобразным потенциалом, многочисленные адаптивные возможности которого фенотипически проявляются в разнообразном наборе внутривидовых таксономических единиц, обладающих широким спектром морфологических признаков.

Практические рекомендации

1. Проверка семенного материала на лабораторную всхожесть у культурных представителей рода *Amaranthus* L наиболее эффективна при температурном режиме 30-35 °С.
2. Достаточно высокая всхожесть (не ниже 65%) у большинства культурных амарантов сохраняется до 8 лет хранения.
3. В целях предотвращения переопыления между культурными амарантами и образования спонтанных гибридов, при их выращивании целесообразно учитывать фенологическую специфику, т.е. чередовать посевы позднеспелых и скороспелых представителей.
4. Наибольшее количество полноценных семян при изолировании метельчатых соцветий может быть получено с помощью каркасных марлевых изоляторов.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Прокофьев А.Б., Кадошников С.И., Кадошникова И.Г., Чернов И.А. Интродукция разных видов амаранта // Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности: Тез. докл. Всесоюз. совещ. – Ижевск, 1988. – С.145-146.
2. Прокофьев А.Б., Кадошникова И.Г., Чернов И.А. и др. Интродукция и продуктивность разных видов амаранта. // Проблемы использования, воспроизводства и охраны лесных ресурсов: Мат. докл. респ. научно-практ. конф. - Йошкар-Ола, 1989. – С.81-83.
3. Прокофьев А.Б., Чернов И.А., Кадошникова И.Г. Изучение разных видов амаранта // Итоги научно-исследовательских и прикл. работ с культурой амарант за 1987-88 гг.: Тез. докл. раб. совещ., Ленинград, 1989. – С.15-16.
4. Прокофьев А.Б. Интродукционное исследование разных видов рода *Amaranthus* L. // Изучение и оптимизация агроэкосистем в целях повышения их продуктивности и устойчивости: Мат. докл. I итоговой конф. молодых учён. и спец. – Казань, 1989. – С.5-6.
5. Кадошникова И.Г., Прокофьев А.Б., Чернов И.А. Оптимизация плотности агрофитоценоза амаранта багряного // Кормовые растительные ресурсы – фактор научно-производственного прогресса в кормопроизводстве: Мат. докл. Всесоюз. конф. – Киев – Белая Церковь, 1989. – С.55-56.
6. Прокофьев А.Б., Борисова Г.Н. Морфологические особенности *Amaranthus cruentus* L. при различной густоте посева // Изучение и оптимизация агроэкосистем в целях повышения их продуктивности и устойчивости: Мат. докл. I итог. конф. молод. учёных и спец. – Казань, 1989. – С.7-9.
7. Кадошникова И.Г., Прокофьев А.Б., Чернов И.А. Влияние регулятора роста картолина на продуктивность амаранта // Итоги научно-

- исследовательских и прикладных работ с культурой амарант за 1987-88 гг.: Тез. докл. раб. совещ., Ленинград, 1989. – С.33-34.
8. Кадошников И.Г., Кадошников С.И., Чернов И.А., Прокофьев А.Б. и др. Зависимость продуктивности амаранта метельчатого от густоты посева // Преобразование световой энергии в фотосинтезирующих системах и их моделях: Тез. докл. Всесоюз. конф. – Пушкино, 1989. – С.158-159.
 9. Прокофьев А.Б., Чернов И.А., Кадошников И.Г. Биоморфологические особенности разных видов амаранта, интродуцированных в Ботаническом саду при КГУ // Возделывание и использование амаранта в СССР: Мат. I Всесоюз. научн. конф. – Казань, 1991. – С.8-16.
 10. Прокофьев А.Б., Чернов И.А. Особенности фенологии разных видов амаранта в онтогенезе // Амарант: агроэкология, переработка и использование: Тез. докл. научн. конф. – Казань, 1991. – С.11-12.
 11. Гужова Г.А., Прокофьев А.Б., Чернов И.А. Сравнительная оценка сырьевой и семенной продуктивности амаранта, интродуцируемого в Татарстане // Новые идеи в растениеводстве и пути их реализации: Мат. конф. молод. учёных и аспирантов. – Москва, 1991. – С.20-22.
 12. Прокофьев А.Б., Маякова Т.Ю., Чернов И.А. Онтогенетическое изменение морфологических признаков амаранта, интродуцируемого в Татарстане // Амарант: агроэкология, переработка и использование.: Тез. докл. II и III Всероссийск. научн. конф. – Казань, 1993. – С.11-12.
 13. Прокофьев А.Б., Борисова Г.Н., Чернов И.А. Проблемы систематики некоторых видов рода *Amaranthus* L. // Амарант: агроэкология, переработка и использование.: Тез. докл. II и III Всерос. научн. конф. – Казань, 1993. – С.12.
 14. Прокофьев А.Б., Борисова Г.Н., Чернов И.А. Проблемы систематики культурных представителей рода *Amaranthus* L. // Мат. VIII Всероссийск. симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1993. – С. 131-132.
 15. Prokofiev A.B., Kheeroug S.S., Morphological – systematic analyses of some cultured representatives of *Amaranthus* L. // *Amaranthus: biology, agrotechnology and utilisation: Abst. of intern. symposium.* – Tashkent, 1993. – P.10.
 16. Прокофьев А.Б., Чернов И.А. Морфологические особенности и специфика прорастания семян культурных представителей рода *Amaranthus* L. // Особенности развития и прорастания семян интродуцентов: Мат. докл. X совещания по семеноведению интродуцентов. – Москва, 1994. – С.29-30.
 17. Прокофьев А.Б., Хируг С.С., Чернов И.А. Морфолого-систематическое изучение распространённых культурных форм рода *Amaranthus* L. // I и II межд. конф. по селекции нетрадиц. культур и нетрадиц. технологиям: Мат. докл. – Симферополь, 1994. – С.25-26.
 18. Laykov T.V., Prokofiev A.B., Kheeroug S.S. Un sistema experto para la sistematica del genero *Amaranthus* // *Amarantos (R. Argentina).* – 1995. - №18. – P.2-4.
 19. Прокофьев А.Б., Хируг С.С., Чернов И.А. Исследования по систематике и таксономии культурных форм рода *Amaranthus* L. как научная

- основа их интродукции и селекции // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: Мат. докл. I межд. симпозиума. – Пушкино, 1995. – С.77-81.
20. Прокофьев А.Б., Хируг С.С., Чернов И.А. Морфобиологические особенности некоторых видов рода *Amaranthus* L. при разной длительности вегетационного периода. // I Всеукраинская научно-практ. конф. по проблемам выращивания, переработки и возделывания амаранта на кормовые, пищевые и другие цели: Мат. конф. – Винница, 1995. – С.37.
 21. Прокофьев А.Б., Шитова О.В., Хируг С.С. Диапазон температурной устойчивости семян различных сортов амаранта // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Мат. научн. конф. – Санкт-Петербург, 1995. – С.205.
 22. Прокофьев А.Б., Хируг С.С. Таксономия *Amaranthus cruentus* L. и *Amaranthus hypochondriacus* L. // Люпин и амарант – источник новых пищевых и диетических продуктов: Мат. докл. – Санкт-Петербург, 1996. – С.4-6.
 23. Прокофьев А.Б., Бариева Э.Р. Влияние температурного фактора на прорастание семян *A. retroflexus* L. // Люпин и амарант – источник новых пищевых и диетических продуктов: Мат. докл. – Санкт-Петербург, 1996. – С.17-18.
 24. Прокофьев А.Б., Бариева Э.Р. Эколого-систематическая характеристика *A. retroflexus*, произрастающего в условиях Среднего Поволжья // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: Мат. докл. республ. научн. конф. – Казань, 1997. – С.66.
 25. Прокофьев А.Б., Бариева Э.Р. Об особенностях прорастания семян щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) под воздействием отрицательных температур // Сельхоз. биология. – 1999. - №1. – С.43-45.
 26. Прокофьев А.Б. Всхожесть семян представителей рода *Amaranthus* L. при разной длительности их хранения. // Экологические проблемы и пути их решения в зоне Среднего Поволжья. – Мат. докл. Всероссийск. научн. конф. – Саранск, 1999. – С.119-122.
 27. Прокофьев А.Б., Дегтярёва И.А. Фенологическая специфика культурных представителей секции *Amaranthus* Dumort., возделываемых в Среднем Поволжье. – Деп. ВИНТИ. - №834-ВОО. – Казань, 2000. – 11с.



Подписано в печать 12.09.2000. Формат 60/84/16.

Усл. печ. л. 1,5. Договор № 19. Тираж 80.

Лаборатория оперативной печати ТГГИ.
420036, г. Казань, ул. Побежимова 47а, тел. 544373